

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

J1017 U.S. PTO
09/987920
11/16/01

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日
Date of Application:

2000年11月27日

出 願 番 号
Application Number:

特願2000-358964

出 願 人
Applicant(s):

シャープ株式会社

#2
Priority
K. J. J. J.
1/24/02



2001年 8月24日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2001-3074926

【書類名】 特許願

【整理番号】 00J03052

【提出日】 平成12年11月27日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01L 31/00

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号 シャープ株式会社内

【氏名】 和泉 良弘

【特許出願人】

【識別番号】 000005049

【氏名又は名称】 シャープ株式会社

【電話番号】 06-6621-1221

【代理人】

【識別番号】 100102277

【弁理士】

【氏名又は名称】 佐々木 晴康

【電話番号】 06-6621-1221

【連絡先】 電話 0 4 3 - 2 9 9 - 8 4 6 6 知的財産権本部 東京
知的財産権部

【選任した代理人】

【識別番号】 100103296

【弁理士】

【氏名又は名称】 小池 隆彌

【選任した代理人】

【識別番号】 100073667

【弁理士】

【氏名又は名称】 木下 雅晴

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 012313

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9902286

【包括委任状番号】 9703283

【包括委任状番号】 9703284

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 電磁波検出器およびその製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 電磁波に感応して電荷を生成する半導体膜と、前記半導体膜内で生成された電荷を読み出すためのアクティブマトリクスアレイとを備えた電磁波検出器において、

前記アクティブマトリクスアレイが、樹脂基板をベースとして形成されていることを特徴とする電磁波検出器。

【請求項 2】 前記半導体膜が、S e を主成分とすることを特徴とする請求項 1 記載の電磁波検出器。

【請求項 3】 前記半導体膜が、光導電性を有する有機材料を主成分とすることを特徴とする請求項 1 記載の電磁波検出器。

【請求項 4】 前記樹脂基板の熱膨張係数 α ($^{\circ}\text{C}$) が、 $1.0 \times 10^{-5} < \alpha < 1.0 \times 10^{-4}$ の範囲であることを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれか記載の電磁波検出器。

【請求項 5】 前記樹脂基板が可撓性を有していることを特徴とする請求項 1 から 4 のいずれか記載の電磁波検出器。

【請求項 6】 前記樹脂基板が曲面形状を有していること特徴とする請求項 1 から 5 のいずれか記載の電磁波検出器。

【請求項 7】 前記樹脂基板の、前記半導体膜が形成されている面とは反対の面に、さらに曲面形状を有する支持体を備えていることを特徴とする請求項 6 に記載の電磁波検出器。

【請求項 8】 前記樹脂基板のいずれかの面にガスバリア層がコートされている請求項 1 から 7 のいずれか記載の電磁波検出器。

【請求項 9】 前記樹脂基板の前記半導体膜が形成されている面が樹脂層に覆われている請求項 1 から 8 のいずれか記載の電磁波検出器。

【請求項 10】 樹脂基板の一方の面上にアクティブマトリクスアレイを形成する工程と、

前記アクティブマトリクスアレイが形成された樹脂基板を、曲げ変形させた状態

で支持体に据え付ける工程と、

前記曲げ変形されたアクティブマトリクスアレイの表面に半導体膜を成膜する工程とを含むことを特徴とする電磁波検出器の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、放射線（X線等）、可視光、赤外光等の電磁波を検出できる電磁波検出器に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

従来より、X線などの電磁波を感知して電荷（電子-正孔ペア）を発生する半導体膜、すなわち電磁波導電性を有する半導体膜と、画素電極等からなる半導体センサーを二次元状に配置し、各画素電極にスイッチング素子を設けて、各行毎にスイッチング素子を順次オンにして各列毎に上記電荷を読み出す二次元画像検出器が知られている。

例えば、①特開平4-212458号公報（対応米国特許公報5,132,541）、②文献「D.L.Lee,et al., "A New Digital Detector for Projection Radiography", SPIE, 2432, pp.237-249, 1995」などに具体的な構造や原理が記載されている。

【0003】

図8に、上記②の資料に記載されている電磁波検出器（二次元画像検出器）100の原理図を示す。電磁波導電性を示すSeから成る半導体膜101の上層に単一の共通バイアス電極102が、下層に複数の電荷収集電極103が形成されており、該電荷収集電極103はそれぞれ電荷蓄積容量（以下Csと称す）104及びスイッチング素子（TFT）105に接続されている。なお、該半導体膜101とバイアス電極102の間、及び該半導体膜101と電荷収集電極103の間には、電荷阻止層としてそれぞれ誘電体層106と電子阻止層107が設けられている。

このような電磁波検出器100にX線などの電磁波が入射すると、半導体膜10

1 内で電荷（電子-正孔ペア）が発生する。このとき、半導体膜 101 と Cs 104 とは、電氣的に直列に接続された構造になっているので、バイアス電極 102 にバイアス電圧を印加しておくと、半導体膜 101 で発生した電荷（電子-正孔ペア）がそれぞれ+電極側と-電極側に移動し、その結果、Cs 104 に電荷が蓄積される仕組みになっている。Cs 104 に蓄積された電荷は、スイッチング素子 105 をオンにすることで外部に取り出すことが可能である。このような電荷収集電極 103、Cs 104、スイッチング素子 105 を二次元状に配置し、線順次に電荷を読み出していくことで検出対象である電磁波の二次元情報を得ることが可能となる。

【0004】

一般に、電磁波導電性を有する半導体膜としては、Se、CdTe、CdZnTe、PbI₂、HgI₂、SiGe、Si等が使用される。

この中で、Se膜は、X線照射に対して良好な電磁波導電特性を示し、真空蒸着法により低温で大面積成膜が可能なことから、アクティブマトリクス基板上に直接半導体膜を形成する構造（上述の文献①、②の構造）の電磁波検出器に広く使用されている。

【0005】

一方、CdTeやCdZnTeは、X線照射に対して良好な電磁波導電特性を示す材料であるが、その成膜温度に高温を要するためアクティブマトリクス基板上に直接形成できない。従って、③文献「Y.Izumi,et al., "A Direct Conversion X-Ray Sensor with A Novel Hybrid Panel Structure", AM-LCD99 DIGEST OF TECHNICAL PAPERS, pp.49-52, 1999」に示されているように、CdTe等の半導体膜を先に別の支持基板上に先に形成しておき、その後、アクティブマトリクス基板と半導体膜付き基板を接合するハイブリッド構造の電磁波検出器に使用されている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、上述の電磁波検出器に用いるスイッチング素子アレイ（アクティブマトリクス基板）は、通常、ガラス基板をベースにし、その上に金属膜（A1、

Ta など)、半導体膜 (a-Si や p-Si など)、絶縁膜 (SiN_x や SiO_x) を成膜し、所定の形状にパターンニングすることで、電気配線や TFT 素子などの要素部材が構成されている。

【0007】

しかしながら、上述の電磁波検出器のようにガラス基板 108 をベースにしたアクティブマトリクス基板上に Se などの無機材料が成膜された電磁波検出器の場合、以下の問題が発生する。

【0008】

(1) ガラス基板の熱膨張係数 $3 \sim 8 (\times 10^{-6} / ^\circ\text{C})$ と Se 膜の熱膨張係数 $30 \sim 50 (\times 10^{-6} / ^\circ\text{C})$ は約 1 桁の差を有するため、環境温度が $20 \sim 30$ 度変化すると半導体膜が剥離してしまう。そのため電磁波検出器を利用できる環境は狭い範囲に限られており、利用する場合や搬送する場合に環境温度を一定に保たなければならず、余分なコストが発生してしまう。

【0009】

(2) ガラス基板は剛性が高く可撓性に乏しい。従って、電磁波検出器がフラットになるので、検出画像に歪みが生じてしまう。この歪みを抑制するために、例えば特開 2000-56255 号公報にフラットなセンサーを曲面上に配置するといったものが開示されているが、この場合、センサーとセンサーの間に隙間があるため、連続なデータを得ることができない。また、1 つ 1 つの検出器はフラットであるので、微小ではあるが歪みが生じてしまう。

【0010】

また、ガラス基板をベースにしたアクティブマトリクス基板と、半導体膜が形成された別基板が接合されたいわゆる『ハイブリッド構造』の電磁波検出器の場合、以下の問題が発生する。

【0011】

(3) 半導体膜の膜表面の平坦性が悪い場合や、反りが発生している場合、半導体膜付きの基板とアクティブマトリクス基板を接合する際に、部分的に両基板の隙間が広くなり、接触不良が発生しやすい。特に、CdTe などの無機材料の成膜時には、約 500°C の高温プロセスが必要であるため、支持基板と CdTe

などの無機材料の膜の熱膨張係数が僅かでも異なると、支持基板に大きな反りが発生してしまう。半導体膜の厚さは約 $300\ \mu\text{m}$ で、導電接続材の厚みは $8\sim 10\ \mu\text{m}$ であるので、仮に半導体膜が $\pm 5\%$ のオーダーで反りが発生しただけで、接続不良が起こり、その部分での画像が検出できなくなる。

【0012】

また、電磁波検出器の構造に係わらず、ガラス基板をベースにしたアクティブマトリクス基板を用いる場合、以下の問題が発生する。

【0013】

(4) 一般的にガラス基板は、外部からの衝撃に弱く破損しやすいため、ガラス基板が破損しないように特殊な衝撃吸収機構が必要となる。しかもガラス基板は比重が大きいため、検出器が重くなり可搬性が悪くなる。例えば、電磁波検出器を上下左右に移動させて、検出対象を検査するといった装置の場合、ガラス基板であると重量があり、破損しやすいため高速移動させることができず、移動性が悪い。また、電磁波検出器を搬送するといった場合でも、保護部材が必要となるので余計な手間やコストが発生する。今後、電磁波検出器を救急車に搭載し、救急現場で使用したり、あるいは、医師が往診先で使用したりするためには、電磁波検出器の軽量化は非常に重要なポイントである。

【0014】

上記のガラス基板の欠点(1)～(4)は、電磁波検出器が大画面化した際に特に問題となる。

【0015】

本発明は、電磁波検出器において、ガラス基板をベースにしたアクティブマトリクス基板の物理的特性に起因する上記の問題を解決することを目的とする。

【0016】

【課題を解決するための手段】

本発明の電磁波検出器は、電磁波に感応して電荷を生成する半導体膜と、前記半導体膜内で生成された電荷を読み出すためのアクティブマトリクスアレイとを備えた電磁波検器において、前記アクティブマトリクスアレイが、樹脂基板をベースとして形成されていることを特徴とする。

【0017】

前記半導体膜は、Seを主成分とすることが好ましい。

【0018】

或いは、前記半導体膜は、光導電性を有する有機材料を主成分とすることが好ましい。

【0019】

また、前記樹脂基板の熱膨張係数 α ($^{\circ}\text{C}$) が、 $1.0 \times 10^{-5} < \alpha < 1.0 \times 10^{-4}$ の範囲であることが好ましい。

【0020】

また、前記樹脂基板が可撓性を有していることがさらに好ましい。

【0021】

また、前記樹脂基板が曲面形状を有していることがさらに好ましい。

【0022】

また、前記樹脂基板の、前記半導体膜が形成されている面とは反対の面に、さらに曲面形状を有する支持体を備えたことを特徴とする。

【0023】

さらに、前記樹脂基板のいずれかの面にガスバリア層がコートされていてもよい。

【0024】

さらに、前記樹脂基板の前記半導体膜が形成されている面が樹脂層に覆われていてもよい。

本発明の電磁波検出器の製造方法は、樹脂基板の一方の面上にアクティブマトリクスアレイを形成する工程と、上記アクティブマトリクスアレイが形成された樹脂基板を、曲げ変形させた状態で支持体に据え付ける工程と、上記曲げ変形されたアクティブマトリクスアレイの表面に半導体膜を成膜する工程とを含む。

【0025】

以下、上記構成による作用を説明する。

【0026】

本発明の電磁波検出器によれば、アクティブマトリクス基板が破損しにくくな

り、特殊な外部衝撃の吸収機構を簡略化することができるので製造工程が簡略化され、また搬送の際の保護部材も必要なくなるので、余計な手間やコストを省くことができる。また、樹脂はガラス基板に比べて比重が小さいため、軽量化が可能となり、可搬性が向上する。

また、半導体膜がSeを主成分とすることによって、アクティブマトリクス基板と半導体膜の熱膨張係数を近づけることができ、環境温度変化に対する半導体膜の剥離不良を回避することができる。

【0027】

或いは、前記半導体膜を形成する材料を光導電性を有する有機材料にすることによって、樹脂基板上に半導体膜を形成した後に、樹脂基板を曲面形状に変形しても、有機材料が可撓性を有するため半導体膜にクラックや剥離が発生しなくなる。この構成とした場合、半導体膜形成後でも自由に変形できるので、製造過程において支持台は必要ない。

また、熱膨張係数 α ($1/^\circ\text{C}$) が $10^{-5} < \alpha < 10^{-4}$ の範囲にある樹脂基板をアクティブマトリクス基板のベースに用いることにより、半導体膜の無機材料として例えば熱膨張係数が $30 \sim 50$ ($\times 10^{-6}/^\circ\text{C}$) であるSe膜を用いた場合であっても、環境温度変化に対する半導体膜の剥離不良を回避することが可能になる。

また、樹脂基板が可撓性を有していることにより、任意の曲率を有する電磁波検出器を形成することができ、放射広がり性を有する電磁波の画像を検出する場合でも、検出器の任意の場所において電磁波が検出器面に対して略垂直に入射するように電磁波検出器を湾曲させておくことで、歪みの小さい、かつ連続した画像を検出できる電磁波検出器を実現することが可能になる。さらに、上記ハイブリッド構造の電磁波検出器においては、半導体膜の平坦性が悪くても、樹脂基板が可撓性を有するので半導体膜付き基板とアクティブマトリクス基板の接合性を高めることができる。

【0028】

また、樹脂基板が曲面形状を有していることにより、放射広がり性を有する電磁波の画像を検出する場合でも、検出器の任意の場所において電磁波が検出器面に

対して略垂直に入射するように電磁波検出器を湾曲させておくことで、歪みの小さい、かつ連続した画像を検出できる電磁波検出器を実現することが可能になる。

【0029】

さらに、樹脂基板の、半導体膜が形成されている面とは反対の面に、曲面形状を有する支持体を備えることにより、電磁波検出器の曲面形状を保持することが可能になる。

【0030】

また、樹脂基板のいずれかの面をガスバリア層でコートすることにより、樹脂基板がガスや水分を吸収／放出することで生じる、基板が反る、あるいは半導体膜、絶縁膜、金属膜を真空装置で成膜する際にガスや水分が膜中に取り込まれて、膜質を劣化させるといった問題を抑制することができる。

【0031】

また、前記樹脂基板の前記半導体膜が形成されている面を樹脂層で覆うことにより、放電や湿度などの環境要因による半導体膜の劣化を防ぐことができる。本発明の電磁波検出器の製造方法によれば、先ず樹脂基板を曲面形状に変形させた後、樹脂基板上に半導体膜を形成する手順で製造することによって、半導体膜にクラックや剥離を発生させることなく半導体膜を曲面形状に形成することが可能になる。また、上記の如く、樹脂基板を支持体に据え付けた状態で半導体膜を形成すると、半導体膜形成中の樹脂基板の変形を抑制することが可能になる。

【0032】

【発明の実施の形態】

〔実施の形態1〕

以下、本発明の電磁波検出器の構造について図面に基づき説明する。

【0033】

図1に、二次元情報の画像を検出できる本発明の電磁波検出器50の模式的構造断面図を示す。電磁波検出器50は、大きくは、アクティブマトリクス基板1、検出対象の電磁波に感応して電荷を生成する半導体膜2、該半導体膜にバイアス電圧を印加するためのバイアス電極3の3つ部材により構成されている。

アクティブマトリクス基板1は、絶縁性の基板上にアクティブマトリクスアレイが形成されてなる。具体的には、TFT素子4、Cs5、電荷収集電極6、及び図示されていないバスライン（走査電極、データ電極）などが、XYマトリクス状に配列されて構成されている。XYマトリクスの単位格子に相当する1画素のサイズは $0.1 \times 0.1 \text{ mm}^2 \sim 0.3 \times 0.3 \text{ mm}^2$ 程度であり、この画素が $500 \times 500 \sim 3000 \times 3000$ 画素程度、マトリクス状に配列されたものが一般的である。（なお、便宜上、図1では1次元の配列しか記載していない。）

ここで用いるTFT素子4としては、アクティブマトリクス型液晶ディスプレイ等で広く使用されているa-Siやp-Siを用いたTFT素子を用いることができる。なお、このようなアクティブマトリクス基板1の基板材料としては、従来はガラスが用いられていたが、本実施の形態では、後述する理由によりガラスではなく樹脂を用いた。

電磁波導電性を有する半導体膜2には、Se、CdTe、CdZnTe、PbI₂、HgI₂、SiGe、Si等を使用することができる。ただし、図1に示す電磁波検出器50のように、アクティブマトリクス基板1上に直接半導体膜2が形成された場合は、真空蒸着法により低温で大面積成膜が可能なアモルファスSe膜（a-Se膜）が最適である。X線の検出器を想定した場合、X線を効率良く吸収させるために、Se膜は $0.5 \sim 1.5 \text{ mm}$ の厚みに形成される。

また、最上部のバイアス電極3には、Al、Auなどの導電膜を使用することができる。該バイアス電極3には、外部高圧電源7からバイアス電圧を印加できる仕組みになっている。

【0034】

さらに樹脂基板の半導体膜が形成された面を樹脂で覆っておくと、放電や湿度などの環境要因による半導体膜の劣化を防ぐことができる。

電磁波検出器50にX線などの電磁波が入射すると、半導体膜2内で電荷（電子-正孔ペア）が発生する。このとき、半導体膜2とCs5とは、電氣的に直列に接続された構造になっているので、バイアス電極にバイアス電圧を印加しておくと、半導体膜2で発生した電荷（電子-正孔ペア）がそれぞれ+電極側と-電極側に移動し、その結果Cs5に電荷が蓄積される仕組みになっている。Cs5に

蓄積された電荷は、TFT素子4をオンにすることで外部のアンプ回路8に取り出すことが可能である。この時、電荷収集電極6、Cs5、TFT素子4は、上述の如くXYマトリクス上に配置されているので、線順次にTFT素子4を駆動し電荷を読み出していくことで検出対象である電磁波の二次元情報を得ることが可能となる。

ここで、本実施の形態の特徴は、アクティブマトリクスアレイを形成する基板として樹脂基板を用いたことである。

【0035】

従来、アクティブマトリクスアレイは、TFT素子4の製造に300℃以上のプロセス温度を必要としたため、ガラス基板上に形成されることが常であった。

【0036】

しかしながら、近年、④文献「Paul G.Carey,et al., "Polysilicon TFT Fabrication on Plastic Substrates", Conference Record of the 1997 International Display Research Conference, pp.M36-M39,1997」、⑤文献「N D Young,et al., "LTPS for AMLCD on Glass and Polymer Substrates", Proceedings of the 6th International Display Workshops, pp.219-222,1999」、⑥文献「M.Ikeda,et al., "Characteristics of Low-Temperature-Processed a-Si TFT on Plastic Substrates", Proceedings of the 6th International Display Workshops, p.223-226,1999」等に見られるように、TFT素子製造の低温プロセス化の検討が盛んに行われ、150～200℃のプロセス温度で樹脂基板上にTFT素子が製造できるようになった。

【0037】

また、⑦特開平11-212116号公報に見られるように、ガラス基板上に一旦アクティブマトリクスアレイを形成した後、樹脂基板上にアクティブマトリクスアレイを転写する方法も開発されている。

【0038】

上記いずれの方法を用いても構わないが、本実施例のアクティブマトリクスアレイでは、前者の低温プロセス技術を用いて1.5mm厚の樹脂基板上にアクティブマトリクスアレイを形成した。なお、アクティブ素子としては、上記のTFT

T素子に限らず、MIMやダイオードを用いても構わない。

一方、用いる樹脂基板の材料としては、ポリサルホン、ポリエーテルサルホン、ポリフェニレンサルファイド、ポリアリレート、ポリイミド、ポリアミドイミド、ポリエーテルイミド、ポリカーボネート、ポリエチレンテレフタレート、エポキシ等を、単独で、または組み合わせた状態で適宜使用することができる。ただし、樹脂基板は、ガスや水分を吸収／放出しやすいため、基板が反る、あるいは半導体膜、絶縁膜、金属膜を真空装置で成膜する際にガスや水分が膜中に取り込まれて、膜質を劣化させるといった問題が起こりやすい。そこで、樹脂基板の表面あるいは表裏面にガスバリア層をコートしておくことが望ましい。ガスバリア層としては、例えば、 SiO_2 のスパッタ膜や塗布焼成膜を用いる。

ところで、一般に樹脂材料は、ガラス基板に比べて大きな熱膨張係数を示すことが知られている。例えば、代表的な樹脂基板の熱膨張係数と、代表的なガラス基板の熱膨張係数を表1に示す。

【0039】

【表1】

基板材料		熱膨張係数 ($\times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$)
樹脂 基板	ポリサルホン	56
	ポリエーテルサルホン	43
	ポリフェニレンサルファイド	38
	ポリアリレート	61
	ポリイミド	20
	ポリアミドイミド	16
	ポリエーテルイミド	18
	エポキシ	69
ガラス 基板	ガラス基板 (A社製、無アルカリ)	3.8
	ガラス基板 (B社製、無アルカリ)	4.8

【0040】

これに対し、アクティブマトリクスアレイ上に形成されるa-Se膜の熱膨張係数は、 $30 \sim 50 (\times 10^{-6}/^{\circ}\text{C})$ 程度である。したがって、熱膨張係数の観点から、半導体膜にa-Se膜を用いる電磁波検出器の場合、アクティブマトリクスアレイの基板としては、ガラス基板より樹脂基板の方が適していることが判る。

そこで、これを実証するために厚さ1.1mmのガラス基板を用いたアクティブマトリクス基板と、厚さ1.1mmのポリエーテルサルホン基板を用いたアクティブマトリクス基板の両基板上に、真空蒸着法でa-Se膜を1mmの厚みで形成した電磁波検出器を用いて、a-Se膜の剥がれ易さを比較した。比較実験では、ガラス基板を用いたアクティブマトリクス基板と、ポリエーテルサルホン基板を用いたアクティブマトリクス基板の両基板の環境温度を徐々に上昇させていき、a-Se膜が基板から剥離したときの温度を測定する。また、逆に両基板の環境温度を徐々に下降させていき、a-Se膜が基板から剥離したときの温度を測定する。

【0041】

前記のような比較実験を行った結果、a-Se膜の剥がれが全く発生しない環境温度範囲が、ガラス基板の場合は5～35℃であったのに対し、樹脂基板の場合は-20～70℃となり、電磁波検出器を適用できる範囲が大きく広がった。

【0042】

また、ポリエーテルサルホン以外にも上記表1の樹脂基板やその他の各種樹脂基板を用いて同様の比較実験を行ったところ、樹脂基板の熱膨張係数 α (／℃)が $1.0 \times 10^{-5} < \alpha < 1.0 \times 10^{-4}$ の範囲であれば、程度の大小差はあるものの、ガラス基板より樹脂基板の方がa-Se膜の剥がれが発生し難い傾向が確認された。

このように、本実施の形態では、a-Se膜を半導体膜に用いた電磁波検出器において、熱膨張係数 α (／℃)が $10^{-5} < \alpha < 10^{-4}$ の範囲にある樹脂基板をアクティブマトリクスアレイの基板に用いることで、環境温度変化に対する半導体膜の剥離不良を回避することが可能になり、適用範囲を大きく広げることができる。

【0043】

これによって、従来のように使用環境や搬送環境の温度を一定に保つ必要がないため、余計な手間やコストの削減を実現できる。また、適用温度範囲が広がったことで、例えば人間が入り込めないような環境で対象物の検査を行うことが可能になる。

また、基板に樹脂基板を用いることで、アクティブマトリクス基板が破損しにくくなり、電磁波検出器の筐体に設ける外部衝撃吸収機構を簡略化することも可能になった。これによって製造工程が簡略化され、また搬送の際の保護部材も必要なくなるので、手間とコストを省くことが可能になる。

さらに、樹脂基板はガラス基板に比べて比重が小さいため軽量化が可能になり、大面積の電磁波検出器を形成する場合や、可搬性を要する電磁波検出器を形成する場合に最適である。たとえば、車に搭載したり、人が持ち運ぶといった移動式電磁波検出器などに適用することができる。

【0044】

〔実施の形態2〕

図2に、二次元情報の画像を検出できる他の電磁波検出器60の模式的構造断面図を示す。樹脂基板上にアクティブマトリクスアレイが形成されたアクティブマトリクス基板11、その上に検出対象の電磁波に感応して電荷を生成する半導体膜12、該半導体膜12にバイアス電圧を印加するためのバイアス電極13の3つ部材により構成されている構造は、上述の実施の形態1と同様であるが、本実施の形態では、アクティブマトリクス基板11において用いる樹脂基板が可撓性を有し、電磁波検出器60が曲面形状であることを特徴とする。

樹脂基板の厚みとしては、本実施の形態では0.1mm～0.7mm程度のものを用いることができる。このように厚みの薄い、あるいは可撓性を有する基板を用いることで、任意の形状にアクティブマトリクス基板11を変形させることができ、その上に半導体膜12やバイアス電極13を形成することで、図2に示すような曲面形状を有する電磁波検出器を実現することが可能になる。この際、可撓性を有する樹脂基板の形状を保持するために、樹脂基板の裏面（半導体膜が形成される面の反対面）に支持台14を備えておくといよい。

【0045】

さらに樹脂基板の半導体膜12が形成された面を樹脂で覆っておくと（図示せず）、放電や、湿度などの環境要因による半導体膜の劣化を防ぐことができる。

【0046】

図2に示す電磁波検出器60は、以下の手順（図3）で製造することができる

【0047】

(1) 厚みの薄い樹脂基板 15 上に周知の技術を用いてアクティブマトリクスアレイ 14 を形成することにより、アクティブマトリクス基板 11 を作成する。

(図 3 (A))

(2) 曲面形状を有する支持台 14 に、上記のアクティブマトリクス基板 11 を設置する。(図 3 (B))

(3) 支持台 14 及びアクティブマトリクス基板 11 を一体化した状態で真空蒸着装置 17 にセットし、曲面形状のアクティブマトリクス基板 11 表面に、半導体膜材料 (Se などの無機材料) と、バイアス電極材料 (Au、Al など) を蒸着源 18 より蒸着する。(図 3 (C))

(4) 半導体膜 12 及びバイアス電極 13 が形成されたアクティブマトリクス基板 11 の周辺部に、駆動回路 (図示せず) や読み出し回路 (図示せず) を接続し、さらにバイアス電極 13 にバイアスリード 19 を接続することにより本実施形態の電磁波検出器 60 が完成する。(図 3 (D))

曲面形状を有する電磁波検出器を形成しようとした場合、フラットなアクティブマトリクス基板上に、先に半導体膜を形成し、その後アクティブマトリクス基板を曲面形状に変形する手順で製造すると、樹脂基板に比べ半導体膜は厚みがあり、また半導体膜は無機材料で形成されているため半導体膜が樹脂基板の変形に追いつかず、半導体膜にクラックや剥離が発生してしまう。

しかしながら、上記の如く、先ずアクティブマトリクス基板 11 を曲面形状に変形させた後、樹脂基板 15 上に半導体膜 12 を形成する手順で製造すると、半導体膜 12 にクラックや剥離を発生させることなく、半導体膜 12 を曲面形状に形成することが可能になる。

また、上記の如く、樹脂基板 15 を支持体 14 に据え付けた状態で半導体膜 12 を形成すると、半導体膜 12 形成中の樹脂基板 15 の変形を抑制することも可能になる。

次に、図 2 に示す電磁波検出器 60 の使用例について説明する。

放射広がりを持つ電磁波発生源 20 を用いて電磁波画像を取得する場合、図 4

に示すように検出器の任意の場所においてX線の入射角が略等しくなるように（理想的には垂直入射するように）電磁波検出器60を湾曲させておくことで、検出面内で歪みが少ない電磁波画像を取得することが可能になる。尚、図4の参照符号21は被写体を示す。

【0048】

例えば、より具体艇には、図5のように寝台22に横たわる被写体としての患者23の前面にあるX線発生源24からX線を発生させてやり、それを背面の電磁波検出器60で検出する放射線診断装置に適用することができる。

【0049】

〔実施の形態3〕

図6に可視光によって二次元画像を検出する電磁波検出器70について示す。その構造は樹脂基板上にアクティブマトリクスアレイが形成されたアクティブマトリクス基板25、その上に検出対象の可視光に感応して電荷を生成する半導体膜26、該半導体膜にバイアス電圧を印加するためのバイアス電極27の3つの部材により構成されている。本実施の形態では、アクティブマトリクス基板25にて用いる樹脂基板として、厚みが薄い、あるいは可撓性を有する樹脂基板を用い、半導体膜を形成する材料として、上記実施の形態2のSeなどの無機材料ではなく、光導電性を有する有機材料を用いたことが特徴である。

【0050】

樹脂基板の厚みとしては、0.1mm～0.7mm程度のものを用いることができる。このような可撓性を有する基板を用いることで、任意の形状にアクティブマトリクス基板25を変形させることができ、その上に半導体膜26やバイアス電極27を形成することで、曲面形状を有する電磁波検出器70を実現することが可能になる。また半導体膜26を形成する有機材料の厚みとしては、1 μ m～数 μ m程度のものを用いることができる。半導体膜26を形成する材料を有機材料とすることによって、樹脂基板上に半導体膜26を形成した後に、樹脂基板を曲面形状に変形しても有機材料が可撓性を有するため基板の撓みに追従でき、半導体膜26にクラックや剥離が発生しにくくなる。本実施の形態では、半導体膜26形成後でも自由に変形できるので、製造過程において支持台は必要ない。

【 0 0 5 1 】

本実施の形態の電磁波検出器 70 は可撓性を有しており、一枚の電磁波検出器を検出対象に合せて、例えばフラット形状や曲面形状というように自由に変形することができる。

【 0 0 5 2 】

上記有機材料としては、例えば、ポリビニルカルバゾール、ポリアセチレン、ポリフェニレンービニレン等の高分子化合物が挙げられるが、光導電機能をそなえた有機化合物であればよく、特に限定されるものではない。なお、本実施の形態の電磁波検出器 70 は、電磁波発生源が点源でない場合、たとえば面状の発生源である場合等、基板を変形させる必要のない場合にも使用することができることは勿論である。

【 0 0 5 3 】

〔実施の形態 4〕

図 7 に、検出対象の電磁波に感応して電荷を生成する半導体膜として、CdTe などの無機材料を用いたハイブリッド構造の電磁波検出器 80 の模式的構造断面図を示す。アクティブマトリクス基板 28 と、バイアス電極 29 及び半導体膜 (CdTe などの無機材料) 30 が形成された支持基板 31 が、画素毎に配置された導電接続材 32 で接続された構造になっている。

アクティブマトリクス基板 28 における樹脂基板としては、実施の形態 2 と同様に厚みの薄い基板を用いている。

一方、対向する支持基板 31 としては、0.7～1.1mm の厚みを有するガラスやアルミナなどの各種セラミック基板を用いている。支持基板 31 上の略全面に、先ずITO、Au などの導電膜からなるバイアス電極 29 を形成し、その上に半導体膜 30 としてCdTe などの無機材料が約 300 μ m の厚みで形成される。CdTe などの無機材料の成膜には、MOCVD や近接昇華法が用いられるが、約 500℃ の高温プロセスが必要である。さらに、CdTe などの無機材料の膜上にITO、Au などの導電膜からなる接続電極 33 が、画素単位にパターン形成される。

このようにして得られたアクティブマトリクス基板 28 とそれに対向する支持基

板31は、画素単位に配置された導電接続材32で互いに貼り合わされて一体化される。導電接続材32には、カーボンなどの導電性顔料が分散された接着性樹脂や半田を用いると良い。

ところで、従来のハイブリッド型電磁波検出器の場合、アクティブマトリクス基板の基板材料にガラスを用いていたため、CdTe膜の膜表面の平坦性が悪い場合や、反りが発生している場合、CdTe膜付きの基板とアクティブマトリクス基板を接合する際に、部分的に両基板の隙間が広くなり接触不良が発生しやすかった。

しかしながら、本実施の形態の電磁波検出器80では、アクティブマトリクス基板28の基板材料に可撓性を有する樹脂基板を用いているので、たとえ対向基板が大きく反っていたとしても、あるいはCdTe膜の平坦性が悪くても、その反り形状や凹凸形状に沿ってアクティブマトリクス基板を貼り合わせることが可能になり、接続不良が発生し難くなった。その結果、接続不良によって検出画像が得られないといった問題を抑制できる。

【0054】

【発明の効果】

以上、説明したように、本発明の電磁波検出器は、検出対象の電磁波に感応して電荷を生成する半導体膜と、前記半導体膜内で生成された電荷を読み出すためのアクティブマトリクスアレイとを備えた電磁波検器において、前記アクティブマトリクスアレイが、樹脂基板をベースとして形成されている。

上記構造によれば、アクティブマトリクス基板が破損しにくくなり、特殊な外部衝撃の吸収機構を簡略化することができる。これによって製造工程が簡略化され、また搬送の際の保護部材も必要なくなるので、余計な手間やコストを省くことができる。また、樹脂はガラス基板に比べて比重が小さいため、軽量化が可能となり、可搬性が向上する。この効果は、電磁波検出器が大面積化した際に特に有効となる。

また、可撓性を有する樹脂基板を用いることにより、任意の曲率を有する電磁波検出器を形成することができる。

また、上記構成をハイブリッド構造の電磁波検出器に適用した場合、半導体膜の

平坦性が悪くても半導体膜付き基板とアクティブマトリクス基板を接合する際に、接触不良が発生しにくい。

【0055】

また上記半導体膜がSeを主成分とすることによって、アクティブマトリクス基板と半導体膜の熱膨張係数を近づけることができ、環境温度変化に対する半導体膜の剥離不良を回避することができる。

【0056】

或いは、上記半導体膜を形成する材料を光導電性を有する有機材料にすることによって、樹脂基板上に半導体膜を形成した後に、樹脂基板を曲面形状に変形しても、有機材料が可撓性を有するため半導体膜にクラックや剥離が発生しなくなる。また、この場合、半導体膜形成後でも自由に変形できるので、製造過程において支持台は必要ない。

また、熱膨張係数 α ($1/^\circ\text{C}$) が $10^{-5} < \alpha < 10^{-4}$ の範囲にある樹脂基板をアクティブマトリクス基板のベースに用いることにより、環境温度変化に対する半導体膜の剥離不良を回避することが可能になる。また、これにより電磁波検出器の使用可能な環境範囲を拡大することができる。

【0057】

また、前記樹脂基板が曲面形状を有することにより、放射広がり性を有する電磁波の画像を検出する場合でも、検出器の任意の場所において電磁波が検出器面に対して略垂直に入射するように電磁波検出器を湾曲させておくことで、歪みの小さい、かつ連続した画像を検出できる電磁波検出器を実現することが可能になる。

【0058】

また、前記樹脂基板の、前記半導体膜が形成されている面とは反対の面に、曲面形状を有する支持体を備えることにより、電磁波検出器の曲面形状を保持することが可能になる。

【0059】

また、前記樹脂基板のいずれかの面をガスバリア層でコートすることにより、樹脂基板がガスや水分を吸収／放出することで生じる、基板が反る、あるいは半

導体膜、絶縁膜、金属膜を真空装置で成膜する際にガスや水分が膜中に取り込まれて、膜質を劣化させるといった問題を抑制することができる。

【0060】

また、前記樹脂基板の前記半導体膜が形成されている面を樹脂層で覆うことにより、放電や湿度などの環境要因による半導体膜の劣化を防ぐことができる。本発明の電磁波検出器の製造方法は、樹脂基板の一方の面上にアクティブマトリクスアレイを形成する工程と、上記アクティブマトリクスアレイが形成された樹脂基板を、曲げ変形させた状態で支持体に据え付ける工程と、上記曲げ変形されたアクティブマトリクスアレイの表面に半導体膜を成膜する工程とを含むので、先ず樹脂基板を曲面形状に変形させた後、樹脂基板上に半導体膜を形成する手順で製造することによって、半導体膜にクラックや剥離が発生させることなく半導体膜を曲面形状に形成することが可能になる。さらに、樹脂基板を支持体に据え付けた状態で半導体膜を形成すると、半導体膜形成中の樹脂基板の変形を抑制することが可能になる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の実施の形態1に係る電磁波検出器の模式的構造断面図である。

【図2】

本発明の実施の形態2に係る電磁波検出器の模式的構造断面図である。

【図3】

本発明の実施の形態2に係る電磁波検出器の製造手順を示す図である。

【図4】

本発明の実施の形態2に係る電磁波検出器の使用例を示す図である。

【図5】

本発明の実施の形態2に係る電磁波検出器の使用例を示す図である。

【図6】

本発明の実施の形態3に係る電磁波検出器の使用例を示す図である。

【図7】

本発明の実施の形態4に係る電磁波検出器の模式的構造断面図である。

【図 8】

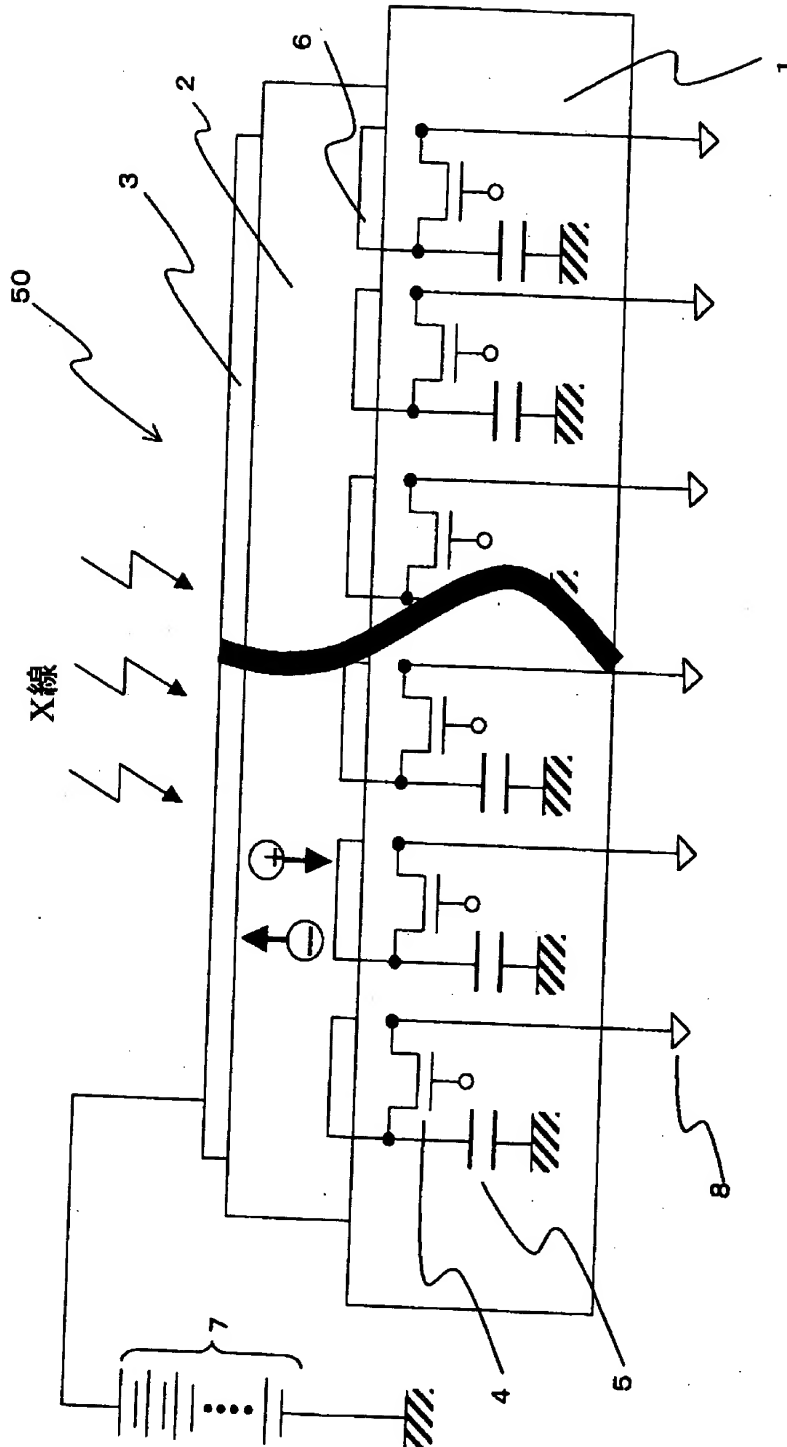
従来の二次元画像検出器の原理図を示す図である。

【符号の説明】

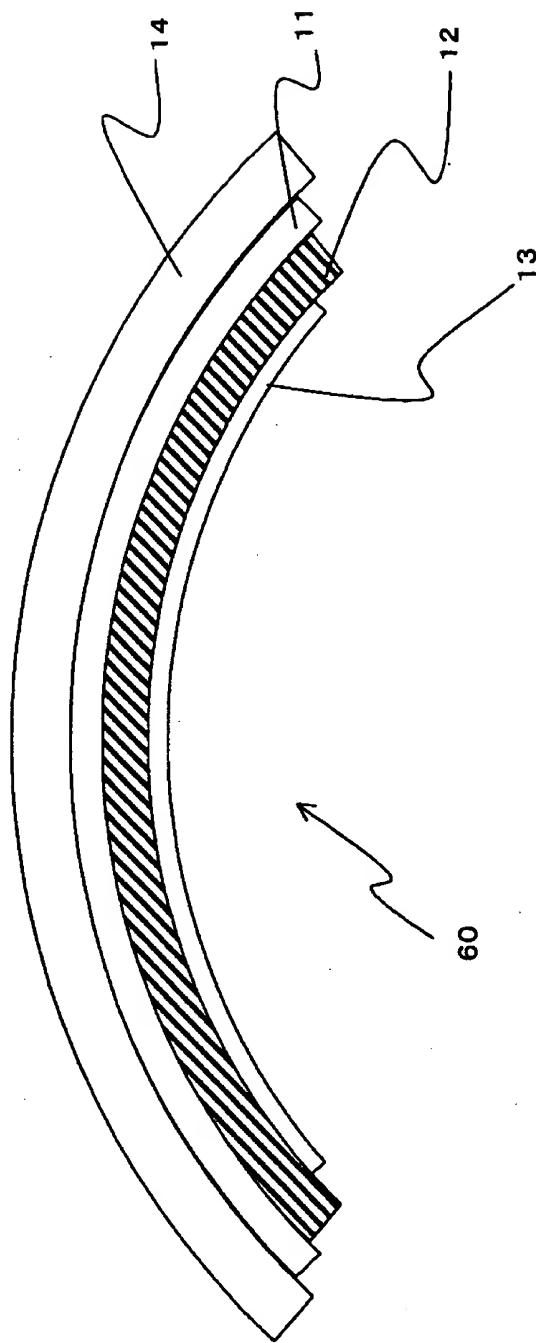
- 1、11、25、28 アクティブマトリクス基板
- 2、12、26、30、101 半導体膜
- 3、13、27、29、102 バイアス電極
- 4 TFT素子
- 5、104 蓄積容量 (Cs)
- 6、103 電荷収集電極
- 7 外部高圧電源
- 8 アンプ回路
- 14 支持台
- 15 樹脂基板
- 16 アクティブマトリクスアレイ
- 17 真空蒸着装置
- 18 蒸着源
- 19 バイアスリード
- 20、24 電磁波検出器
- 21 被写体
- 22 寝台
- 23 患者
- 31 支持基板
- 32 導電接続材
- 33 接続電極
- 50、60、70、80、100 電磁波検出器
- 105 スイッチング素子
- 106 誘電体層
- 107 電荷阻止層
- 108 ガラス基板

【書類名】 図面

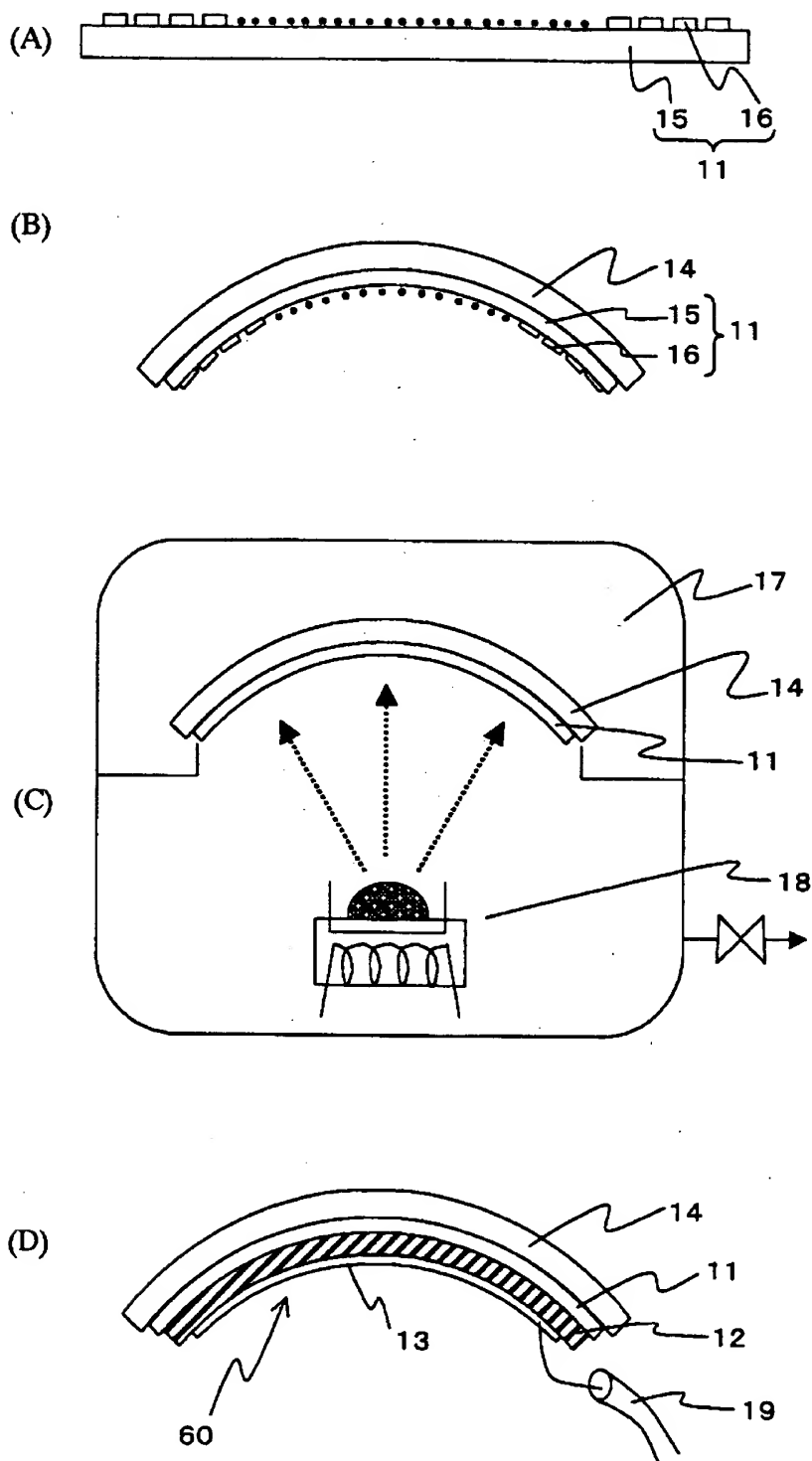
【図 1】



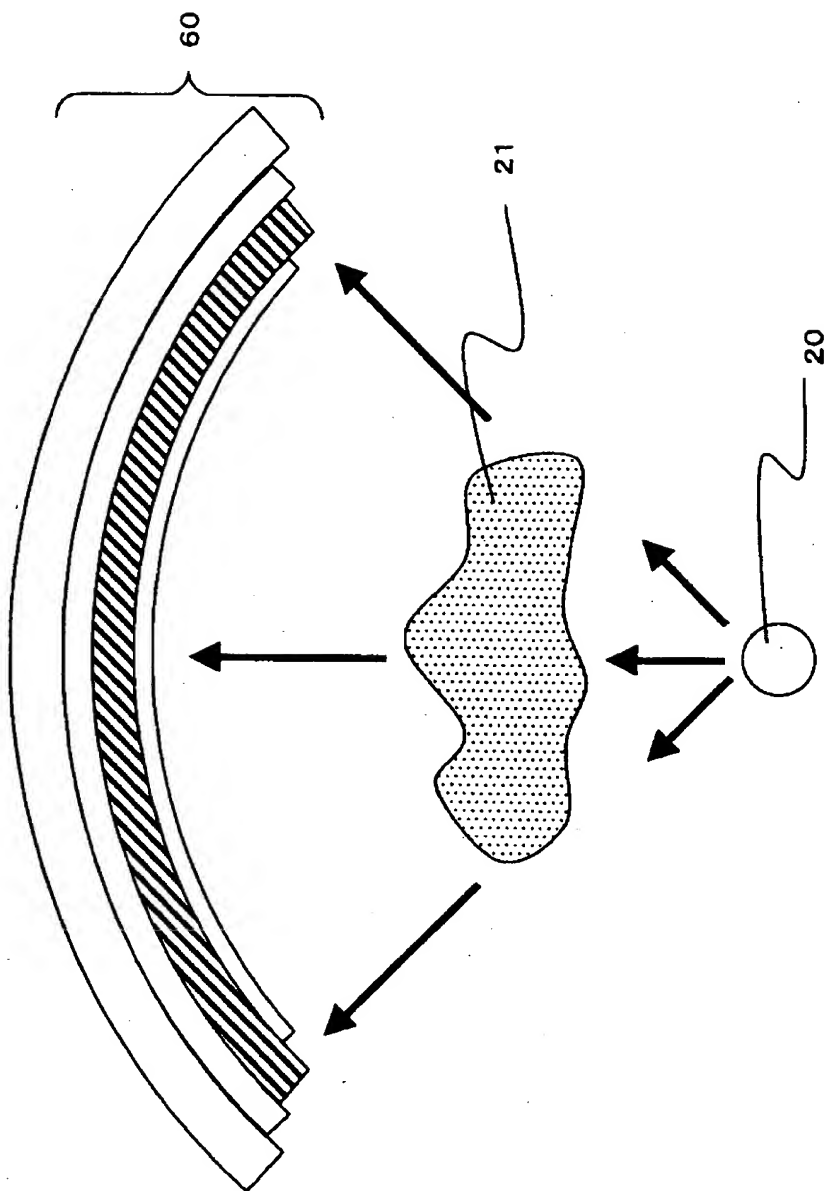
【図 2】



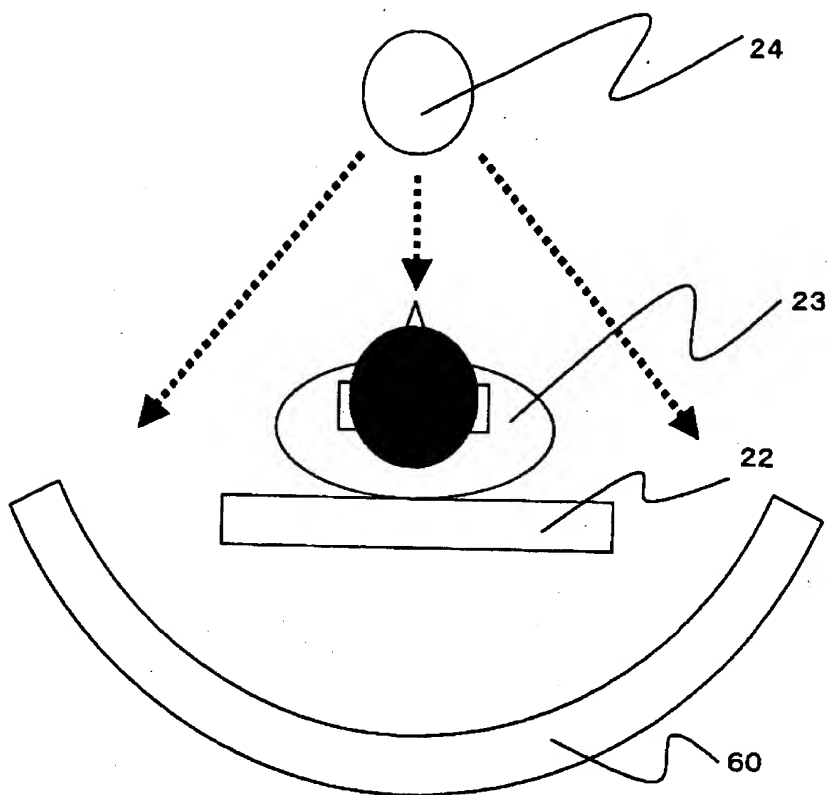
【図 3】



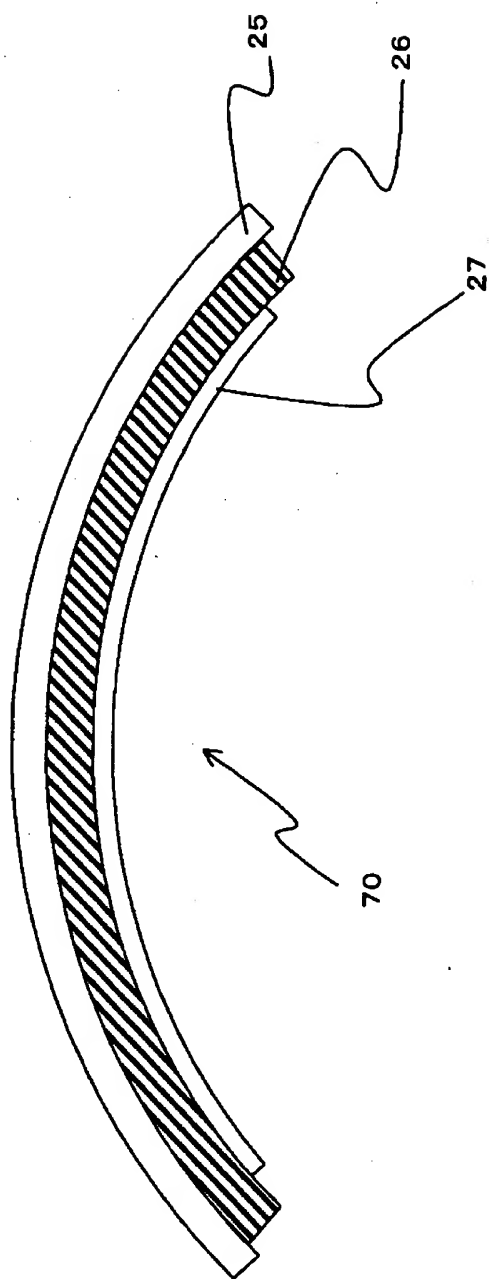
【図 4】



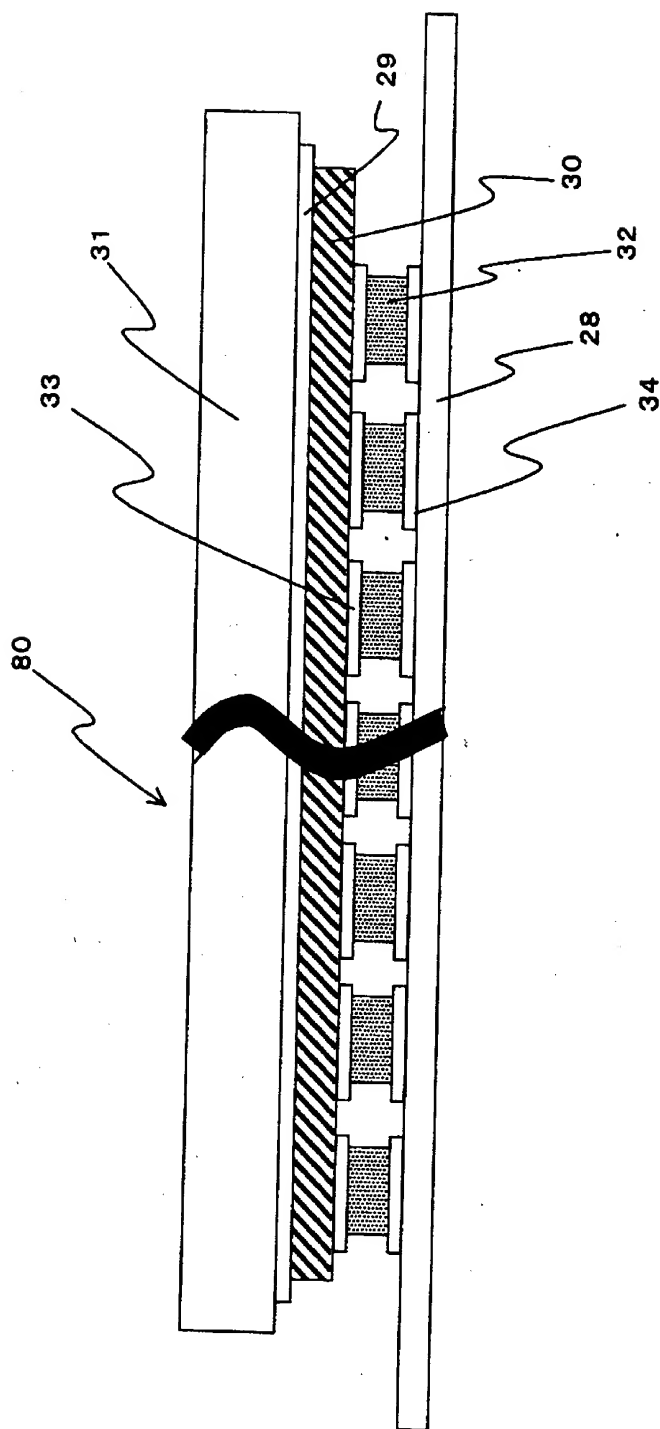
【図 5】



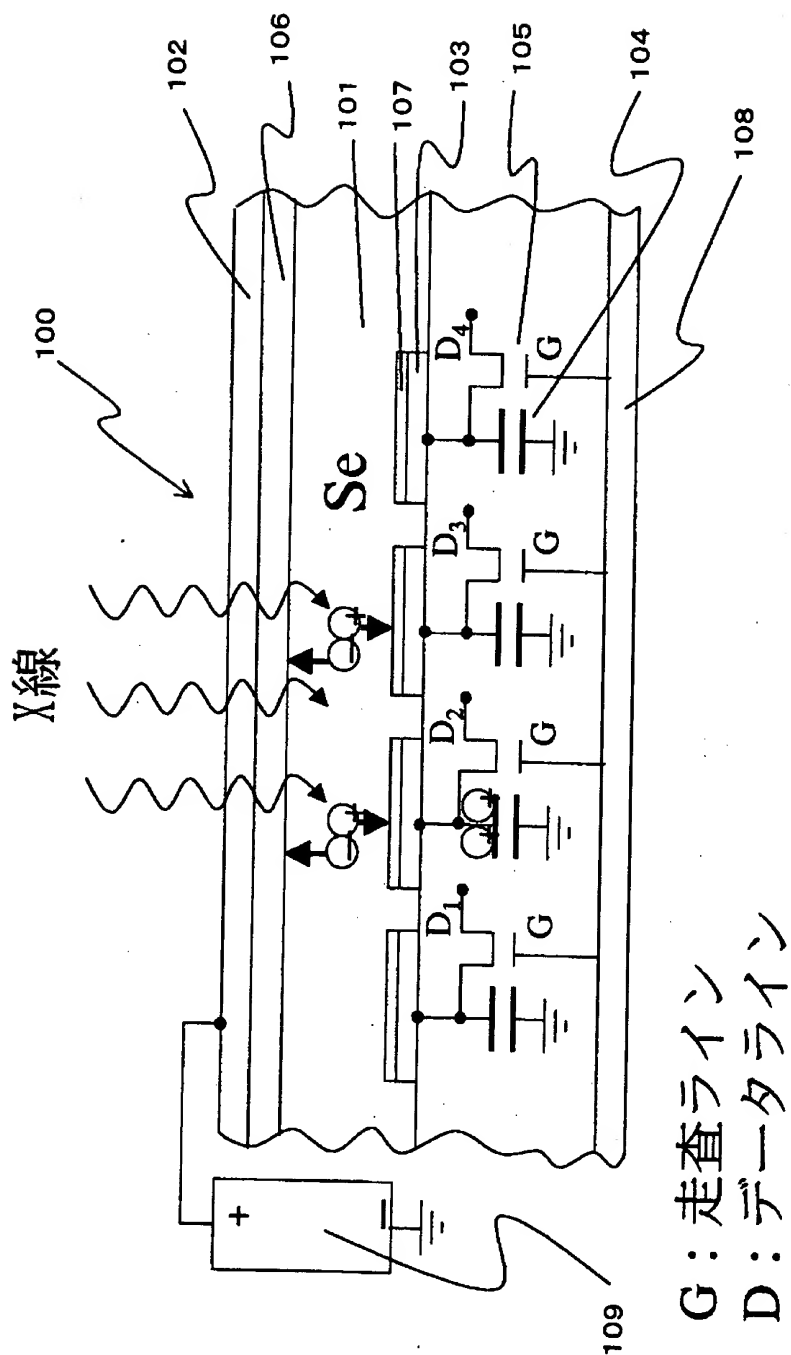
【図6】



【図7】



【図8】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 電磁波の放射広がりに対して、歪みの小さい検出画像を得ることができる、可搬性、半導体膜との接合性のよい電磁波検出器を提供すること。

【解決手段】 電磁波に感応して電荷を生成する半導体膜 2 と、半導体膜 2 内で生成された電荷を読み出すためのアクティブマトリクスアレイとを備えた電磁波検出器 5 0 において、前記アクティブマトリクスアレイが樹脂基板をベースに形成されている。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[000005049]

1. 変更年月日

1990年 8月29日

[変更理由]

新規登録

住 所

大阪府大阪市阿倍野区长池町22番22号

氏 名

シャープ株式会社